

# Restauración de poblaciones

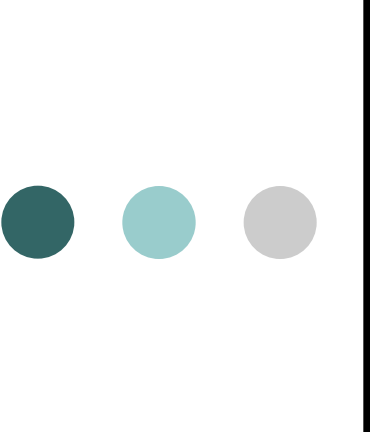
Master Oficial en Restauración de Ecosistemas

José M. Iriondo

Dept. Biología y Geología

Universidad Rey Juan Carlos





# Diseño de programas de restitución (II)

Restauración de poblaciones

Master Oficial en Restauración de Ecosistemas

José M. Iriondo

Dept. Biología y Geología

Universidad Rey Juan Carlos





# Elementos de diseño

## Programa de restitución:

1. **Comprender** en profundidad el funcionamiento de la especie, su rango ecológico y sus limitaciones.
2. Planteamiento de **objetivos** y medida del éxito
3. Diseño y ejecución del programa
  - Seleccionar adecuadamente el hábitat de destino. **¿Dónde?**
  - Introducir poblaciones que se asemejen a las poblaciones naturales viables en su tamaño y estructuración genética, etaria, espacial y sexual. **¿Cuántos? ¿Cuáles?**
  - Ejecución de la actuación **¿Cómo?**  
**Seguimiento.**



# Planteamiento de objetivos

- Objetivos específicos:
  - abundancia
  - extensión
  - persistencia
  - resiliencia
- Exitos:
  - cumplimiento de objetivos



# Planteamiento de objetivos

Ejemplo:

- Alcanzar en 4 años un tamaño poblacional de 3000 individuos reproductivos, distribuidos en un área de ocupación de 1,5 Ha.
- Conseguir el reclutamiento natural de la especie.
- Mantener un tamaño poblacional no inferior a 4000 individuos durante los años 5 a 10.

# *Cypripedium calceolus*



# *Cypripedium calceolus*

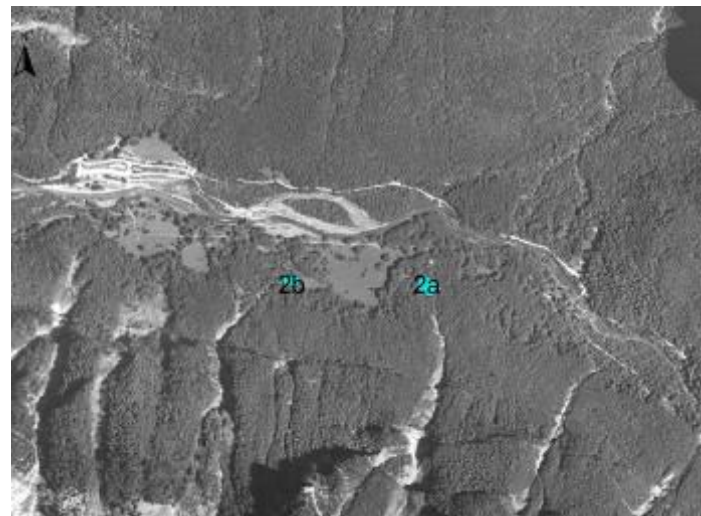
- Orquídea rizomatosa perenne
- Clasificación UICN:
  - Europa: Vulnerable (extinta en Bélgica y Luxemburgo)
  - España: En peligro
- Aragón: Catálogo de especies amenazadas – En peligro de extinción



# *Cypripedium calceolus*

## Localidades en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

- Límite meridional de distribución de la especie
- Guzmán et al. (2000): Valle de Ordesa, 2 núcleos de población. Hayedo-abetal, 1390 m.





# *Cypripedium calceolus*

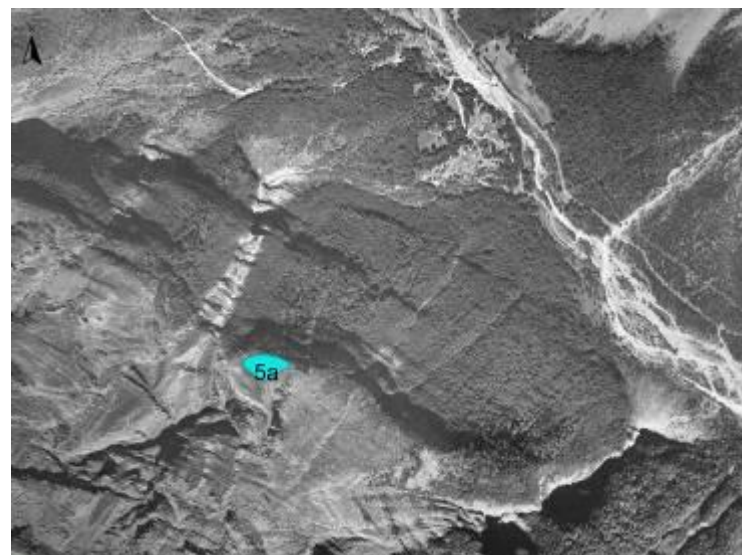
- 6 pies no reproductivos. Cono de deyección, sustrato coluvial. Elevada pendiente.
- 2 pies no reproductivos que no aparecen todos los años. Ladera de suave pendiente.
- Poblaciones no viables



# *Cypripedium calceolus*

## Localidades en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

- 2005: Cabecera circo de Pineta, Faja Tormosa
- 1 núcleo de población en piso subalpino, pasto con matorral bajo, 1900 m.
- 183 individuos, 63 reproductivos.





# Planteamiento de objetivos

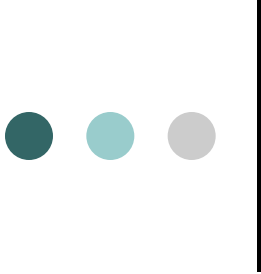
## Objetivo general

- Establecimiento de poblaciones silvestres autosostenibles de *Cypripedium calceolus* dentro de los límites del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido que requieran una gestión mínima a largo plazo.

# Planteamiento de objetivos

## Objetivos cuantificables

- Refuerzo de los tres núcleos de población actualmente existentes hasta alcanzar en ellos una población mínima viable (500 individuos) unido a una tendencia poblacional estable.
- Introducción de tres nuevos núcleos de población en otros lugares dentro del Parque que alcancen una población mínima viable (500 individuos) y presenten una tendencia demográfica estable.
- Obtener regeneración natural en las poblaciones reforzadas e introducidas y comprobar que las plantas reclutadas alcanzan la madurez (11 años).



# Eliminación de las causas previas de declive

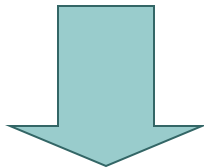
Identificación y reducción o eliminación de causas previas de declive poblacional

- *Narcissus cavanillesii*: N/A
- *Cypripedium calceolus*



# Factores de extinción

- Recolección abusiva
- Tránsito de visitantes
- Evolución de las masas arbóreas
- Destrucción del hábitat



## Estudios más detallados

# Factores de extinción

Población de Sallent de Gállego: Análisis espacial y requerimientos microambientales





# Factores de extinción

Comportamiento de las plantas bajo diferentes niveles de insolación: densidad, nº plantas reproductivas, nº plantas con fruto.





# Factores de extinción

- no hay diferencias en densidad
- florecen más en condiciones de semisombra
- no hay diferencias en porcentaje de fructificación





# Factores de extinción

- Bosques de baja densidad, matorrales, bordes y claros de bosque
- Kull (1995): zonas sombreadas: plantas que no emiten tallos aéreos, permanecen durmientes.
- Shefferson et al. (2003):
  - plantas durmientes: mayores tasas de mortalidad
  - plantas con flor: mayores tasas de supervivencia
- ¿Intervención en el hábitat de los núcleos del valle de Ordesa?



# Aspectos económicos

- El proyecto debe contar con un adecuado respaldo económico a corto, medio y largo plazo.
- La dotación económica no debe comprometer la viabilidad de otras actuaciones.



# Aspectos económicos

- *Cypripedium calceolus*:
  - Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido
  - Gobierno de Aragón
  - Financiación anual pero con garantías de continuidad.
- *Narcissus cavanillesii*
  - EDIA, S.A.: Acciones compensatorias
  - Compromiso de financiar una fase I de actuaciones y una fase II de seguimiento.



# Aspectos legales

## Especies amenazadas

- Amparado por un plan de recuperación aprobado por la administración.
- Con la aprobación de todos los permisos por parte de las autoridades ambientales competentes.
- Reintroducciones ilegales



# Aspectos sociales

- Información a los colectivos más directamente afectados por la medida.
- Búsqueda de beneficios socio-económicos
- Desarrollo de sistemas de compensación
- Divulgación a la sociedad



# Casos de estudio

- Quebrantahuesos de Pakistán en Picos de Europa:
  - <http://www.gypaetus.org/especies.html>
  - [http://www.fapas.es/reintr\\_quebranta.htm](http://www.fapas.es/reintr_quebranta.htm)
  - [http://iberianature.com/natura\\_iberica/2008/06/22/la-reintroduccion-del-quebrantahuesos-en-los-picos-comenzara-en-2009/](http://iberianature.com/natura_iberica/2008/06/22/la-reintroduccion-del-quebrantahuesos-en-los-picos-comenzara-en-2009/)
  - <http://www.lukor.com/not-soc/ongcs/0810/28103756.htm>
- Lince criado en cautividad en Doñana:
  - <http://www.lynxexsitu.es/reintroduccion/reintroduccion.htm>
  - [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/2007/05/09/162521.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/2007/05/09/162521.php)
  - <http://www.europasur.es/article/andalucia/284357/cordoba/acogera/la/primera/reintroduccion/lince/iberico/con/tres/parejas.html>
- Águila imperial en Andalucía procedente de otras poblaciones:
  - [http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id\\_article=4492](http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id_article=4492)
  - <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnextoid=37a536ae9bc24010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=c4aeb19c7acf2010VgnVCM1000001625e50aRCRD>
- Oso pardo esloveno en Pirineos:
  - [http://www.um.es/gtiweb/adrico/medioambiente/reintroduccion\\_oso\\_pardo.htm](http://www.um.es/gtiweb/adrico/medioambiente/reintroduccion_oso_pardo.htm)
  - [http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id\\_article=1522](http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id_article=1522)
  - <http://www.fapas.es/notifapas/2006/090706-osopirineo.htm>
  - <http://www.animanaturalis.org/post/8774>



# Otros aspectos

- Aproximación científica
  - Método sistemático documentado
  - Diseño experimental
  - Tratamientos y repeticiones
  - Análisis de datos
- Divulgación técnica de los resultados
  - Revistas científicas
  - Revistas de divulgación
  - Documentales
  - Medios de comunicación

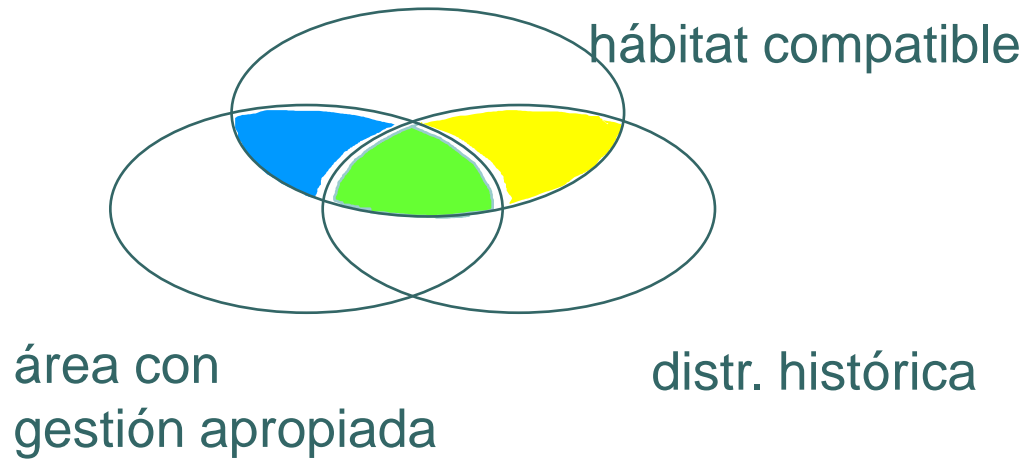


# ¿Dónde?

Decisión central del proyecto

## Objetivo:

- hábitat con parámetros bióticos compatibles
- áreas que permitan una gestión y administración apropiadas
- áreas de posible localización histórica





# ¿Dónde?

Hábitat compatible con la especie

- Requisitos para completar el ciclo vital
- Estado sucesional
- Composición y estructura flora y fauna
- Mutualismos
- Régimen de perturbación



# ¿Dónde?

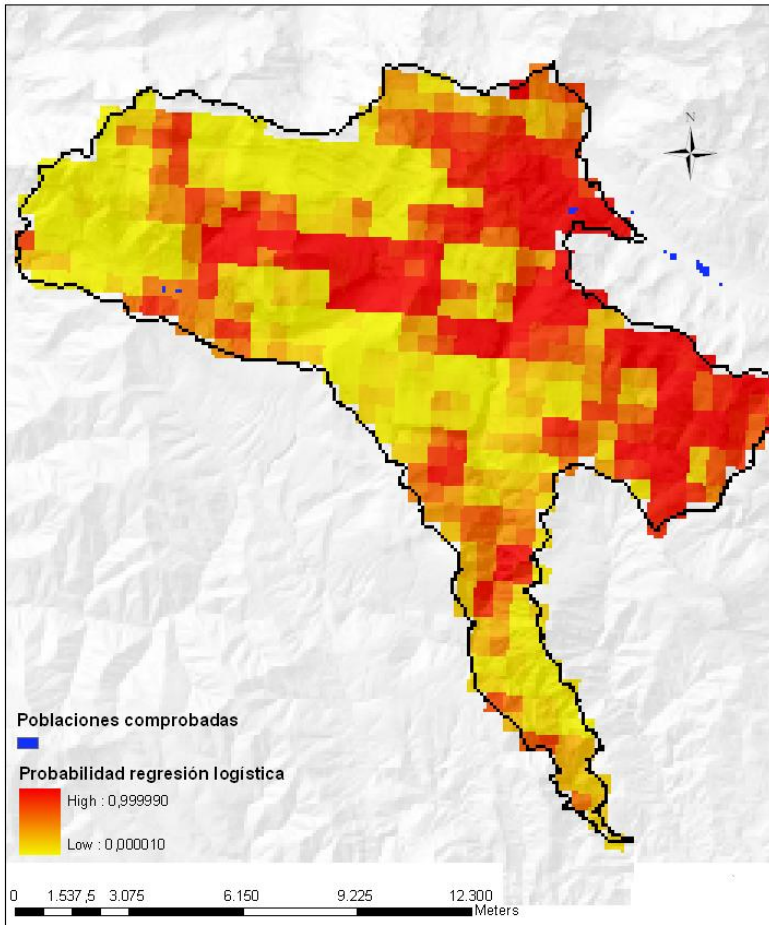
Área de distribución y cambio climático

- Introducciones en los límites del área de distribución natural.
- Estimación del rango ambiental de la especie y de la capacidad de tamponamiento frente al cambio climático.

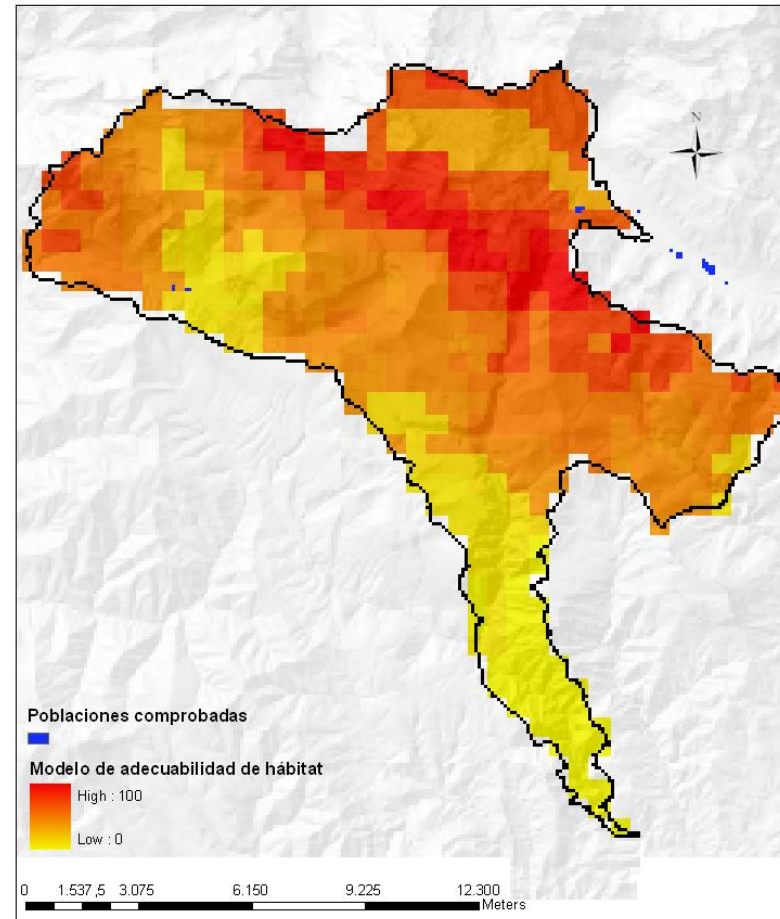


# ¿Dónde?

Modelo de regresión logística

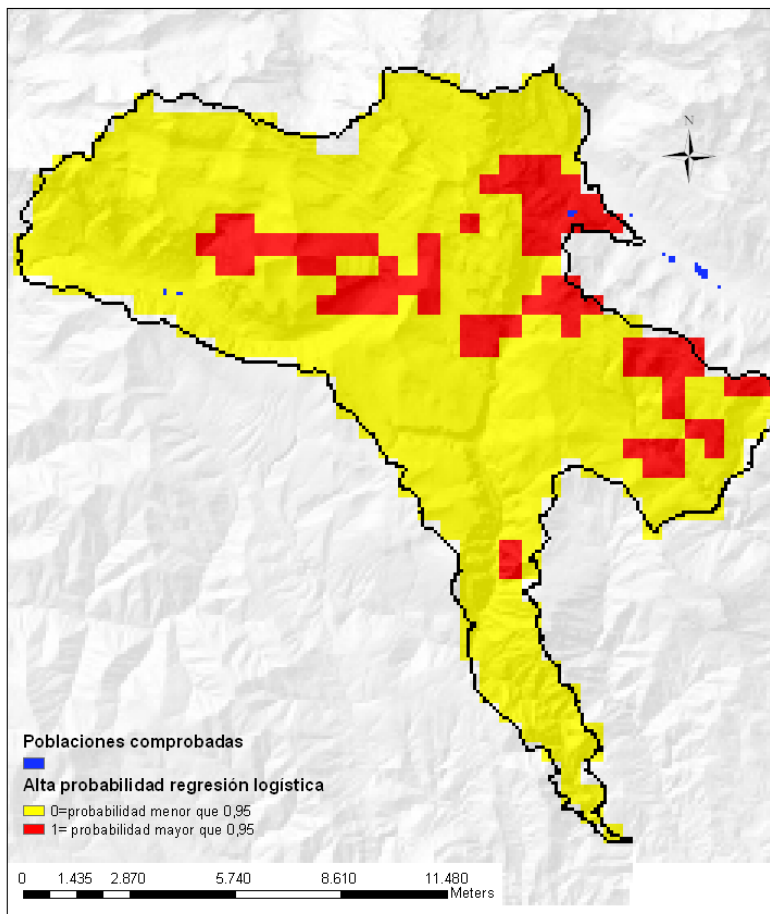


Modelo ENFA

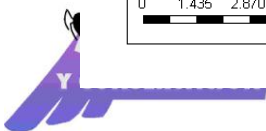
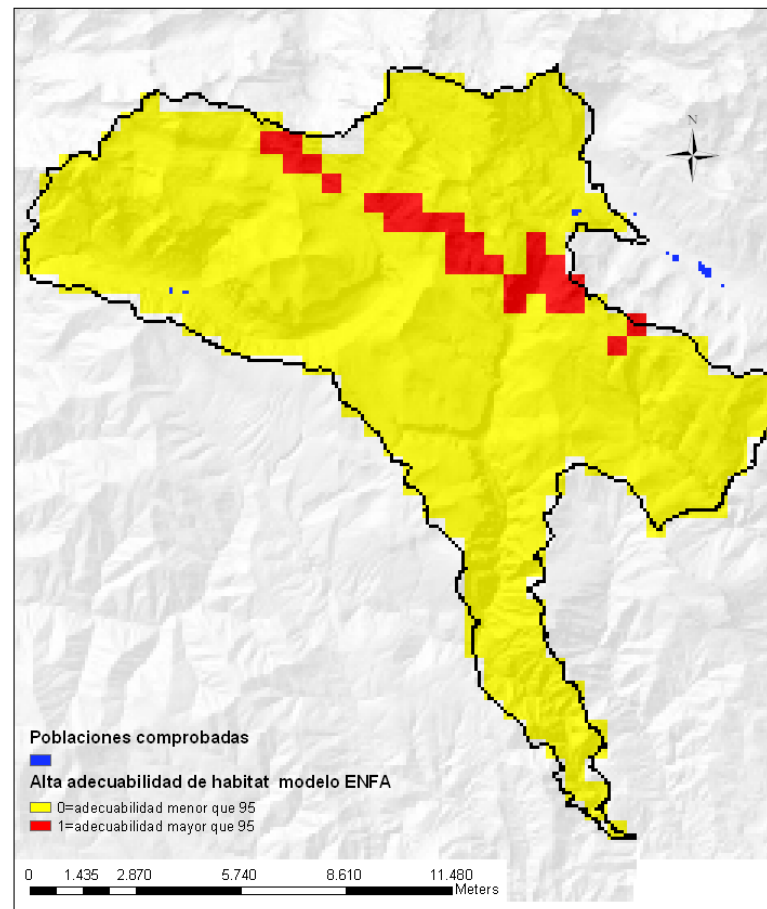


# ¿Dónde?

Modelo de regresión logística

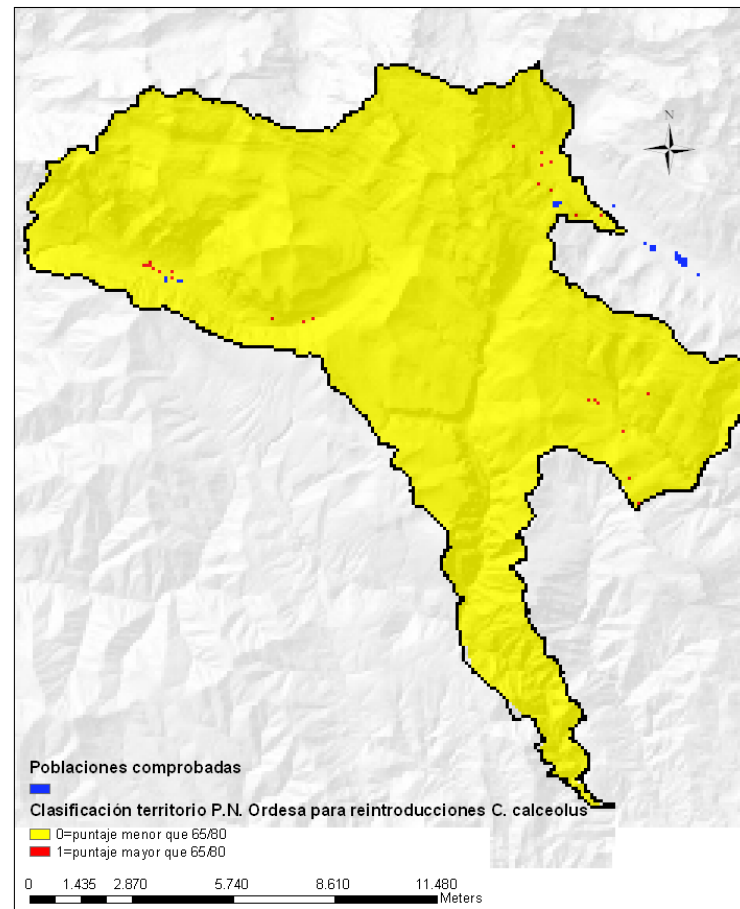
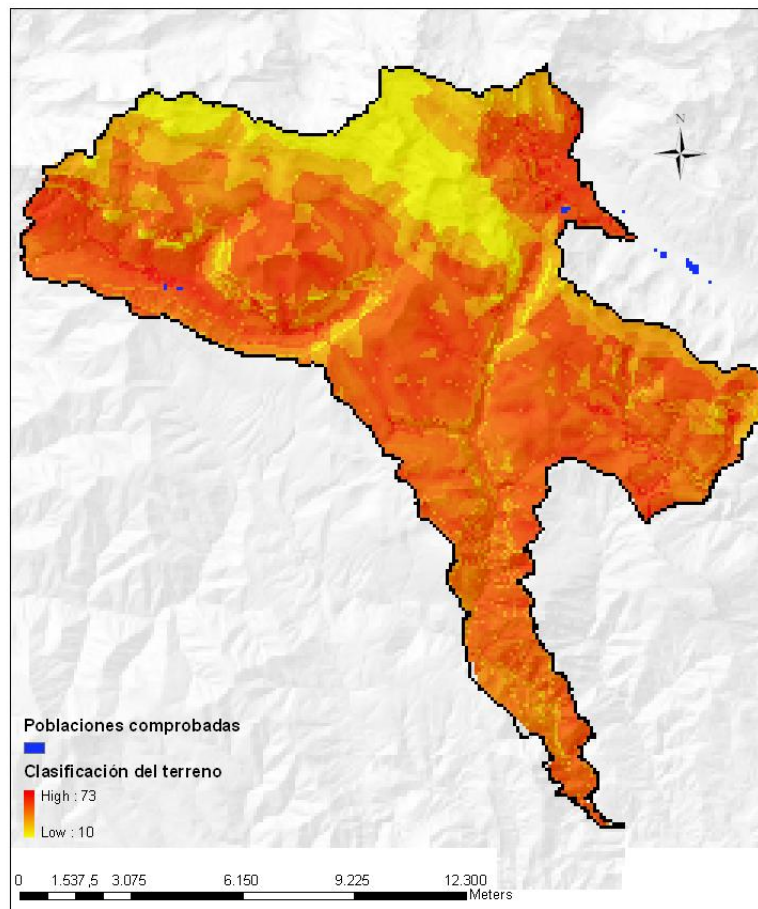


Modelo ENFA



# ¿Dónde?

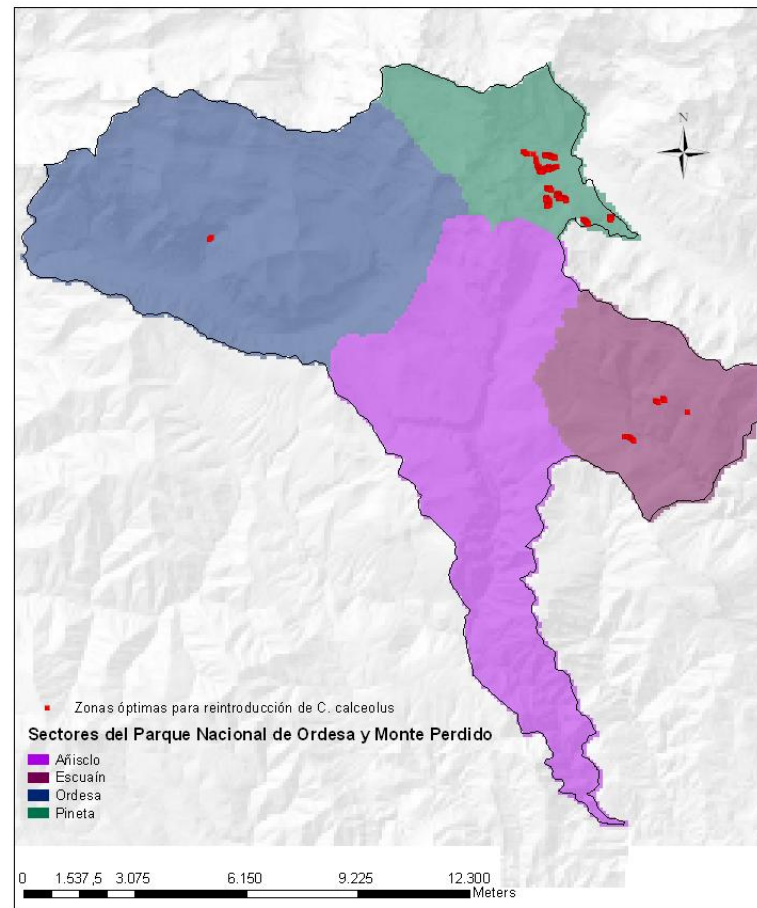
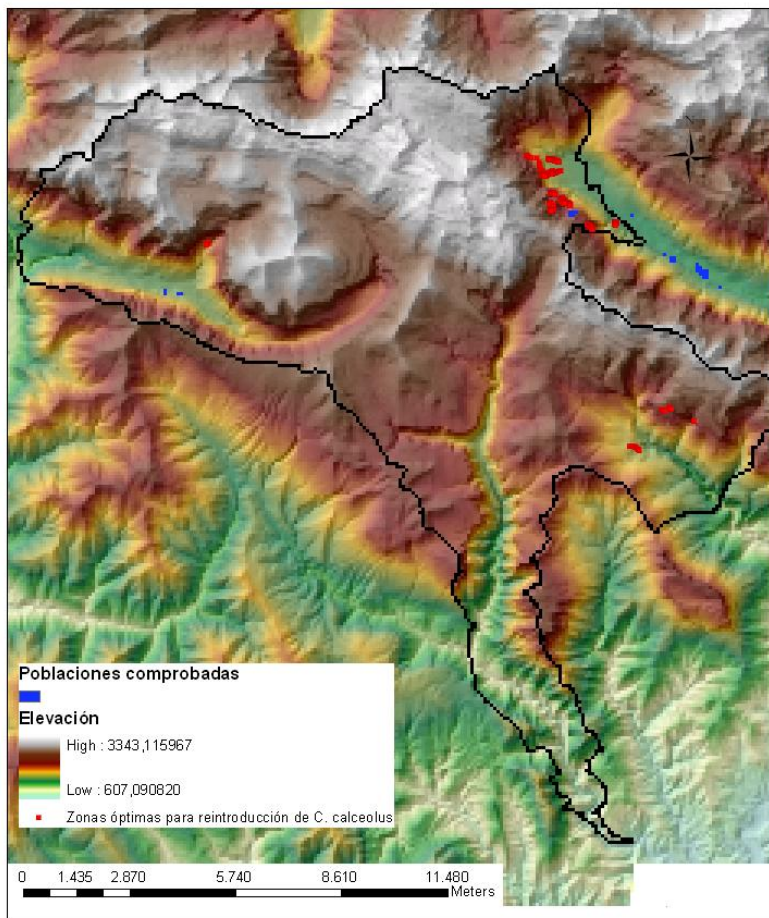
## Calificación del territorio





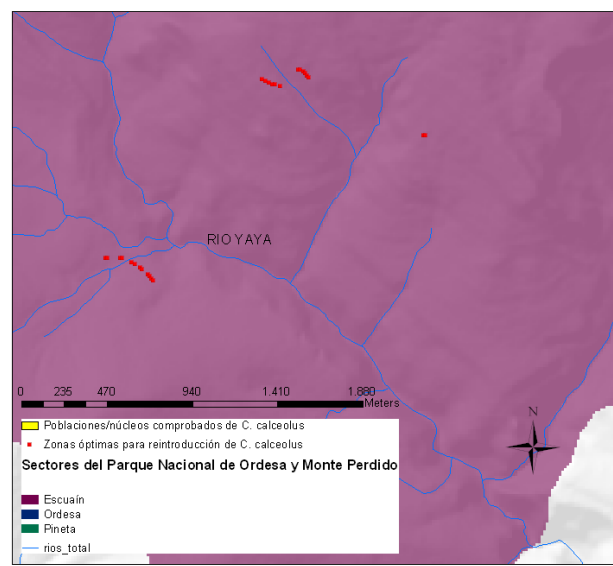
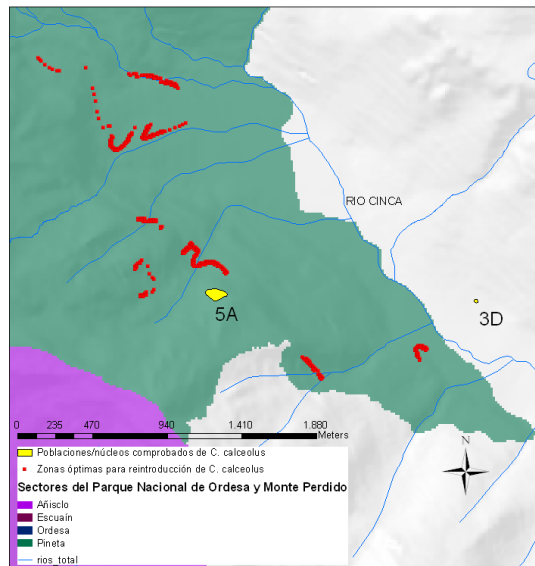
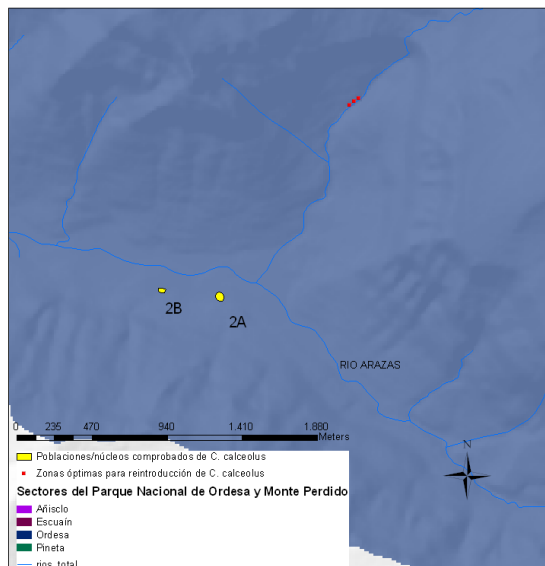
# ¿Dónde?

Localidades propuestas



# ¿Dónde?

## Localidades propuestas







# ¿Dónde?

*Narcissus cavanillesii*

El conocimiento de las características ecológicas de la especie es fundamental en esta selección.

En otoño de 2000 fueron visitadas otras localidades ibéricas registrándose sus condiciones ecológicas (hábitat, suelo, vegetación,...)



# ¿Dónde?

Modelo propuesto para la selección de la localidad receptora

Zona de alta adecuabilidad para la especie

X

Características particulares de la localidad original

X

Factores antrópicos y logísticos

X

Modelización de la influencia del tiempo

# ¿Dónde?

*Narcissus cavanillesii*

- 10x10 UTM y 1x1 UTM.
- Modelo digital del terreno de 500x500 m para la Península y de 25x25 m para zona del Alqueva.
- Mapinfo y Idrisi
- Información climática obtenida de fuentes diversas.



- Altitud (m)
- Exposición (°)
- Inclinación (°)
- Latitud (m)
- Longitud (m)
- Precip. media anual (mm)
- Temp. máxima (°C)
- Temp. mínima (°C)
- Temperatura media (°C)
- Ind. Emberger (mediterraneidad)
- Ind. Giacobbe (continentalidad)
- Ind. Gams index (continentalidad)
- Ind. Dantin-Revenga (termopluv.)
- Ind. De Martonne (termopluv.)
- Ind. Lang (termopluv.)



# ¿Dónde?

*Narcissus cavanillesii*

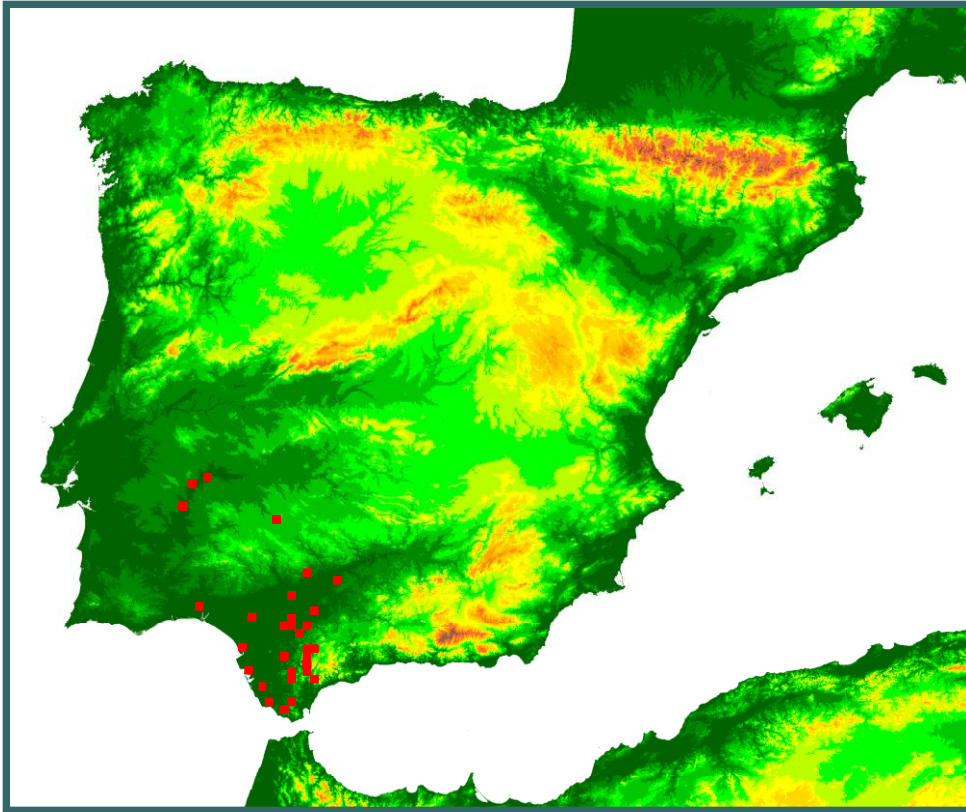
Modelo de adecuabilidad del hábitat basado en una regresión logística.

- Presencias: localidades conocidas
- Ausencias

# ¿Dónde?

## Ausencias

- Autocorrelación espacial positiva en un radio de 15 km de las localidades conocidas.
- Distancia máxima de 150 km de las localidades.



# ¿Dónde?

*Narcissus cavanillesii*

## Modelo resultante

$$\begin{aligned} [\text{Adec.}] = & 40.5702 - 3.1367 * [\text{TMIN}] - \\ & - 0.08046 * [\text{EXPOS}] - 1.0212 * [\text{PJUL}] + \\ & + 1 * [\text{PAGO}] - 0.01624 * [\text{PSET}] + \\ & + 2 * [\text{TMAR}] - 1.6954 * [\text{TAGO}] - \\ & - 1.4623 * [\text{TSET}] + 3 * [\text{TDEC}] - 16.8505 * [\text{ANGOT}] \end{aligned}$$

$$(\text{EXP}([\text{Adec.}]) / (\text{EXP}([\text{Adec.}]) + 1)) * [\text{MASCARA NARCISSUS}]$$

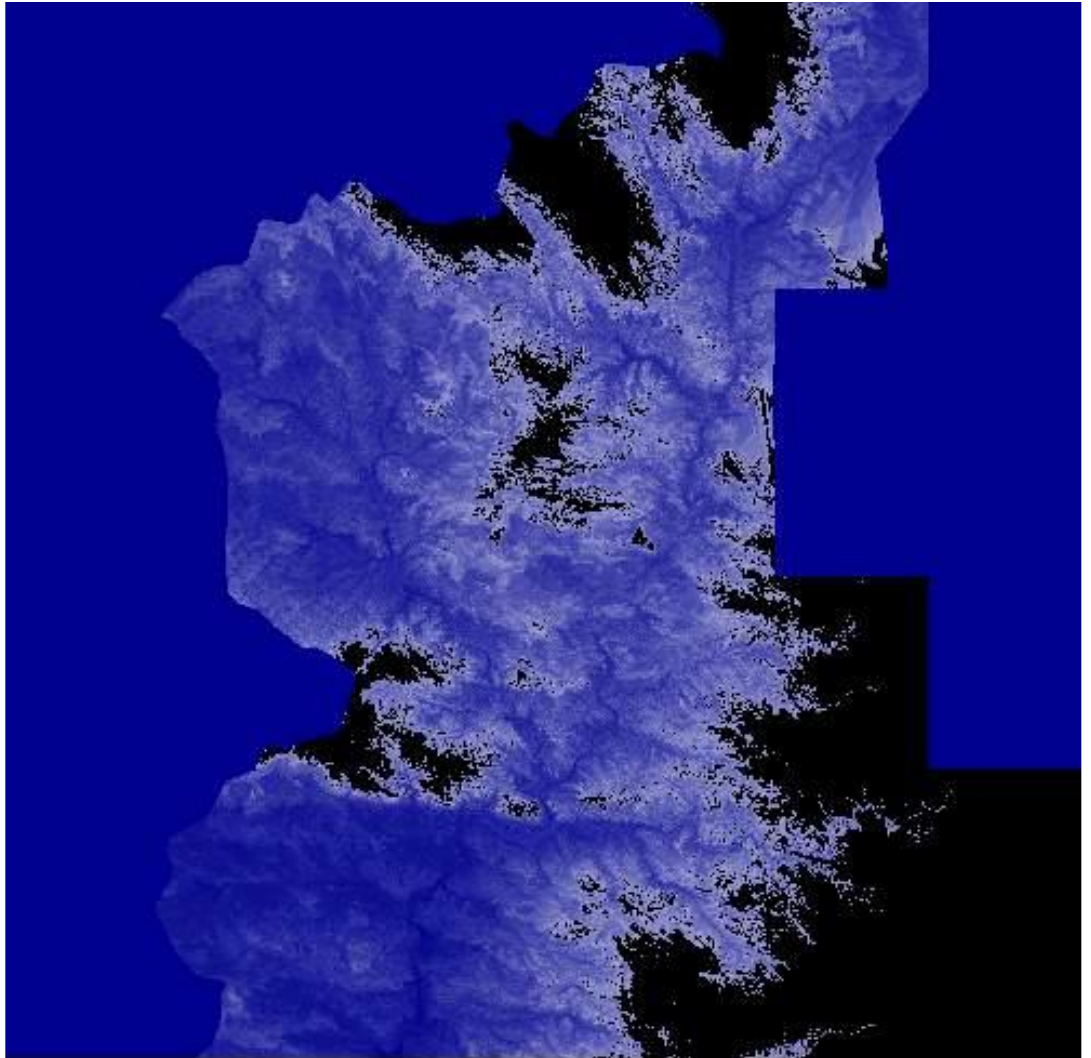
	<b>Modelo (75%)</b>	<b>Validación (25%)</b>
<b>0</b>	<b>85.61 %</b>	<b>98.02 %</b>
<b>1</b>	<b>93.08 %</b>	<b>83.81 %</b>

# ¿Dónde?

Falta modelizar factores intrínsecos a las poblaciones portuguesas

Faltan factores importantes en la gestión de las nuevas localidades

Faltan factores que consideren los cambios temporales de todas las variables consideradas



# ¿Dónde?

Modelo propuesto para la selección de la localidad receptora

$$(\text{EXP}([\text{SUITAB}]) / (\text{EXP}([\text{SUITAB}]) + 1))$$

X

Cerca del origen Y Cerca del río Y Fuera embalse

X

Uso de suelo favorable Y Dentro de Áreas protegidas

X

Modelización de la influencia del tiempo

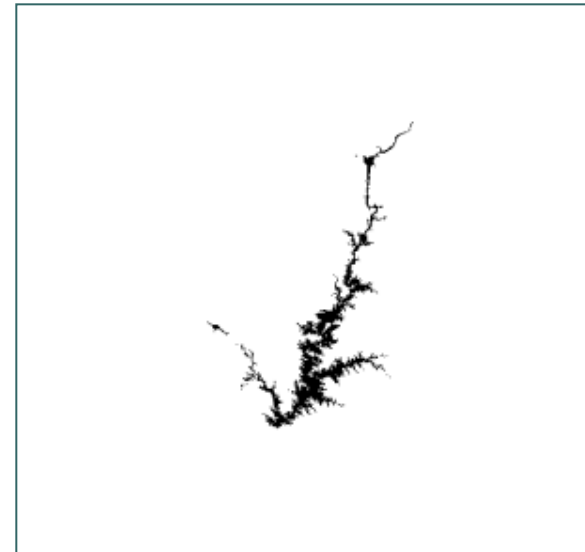
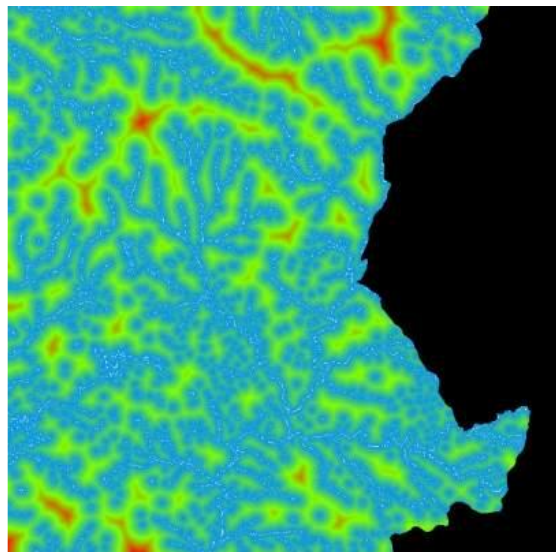
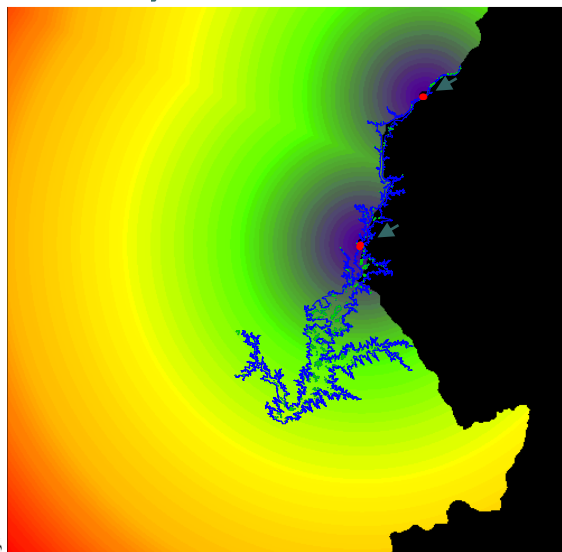
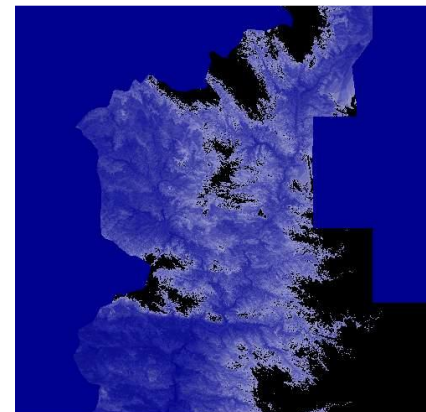


# ¿Dónde?

$$(\text{EXP}([\text{SUITAB}]) / (\text{EXP}([\text{SUITAB}] + 1)))$$

x

Cerca del origen Y Cerca del río Y Fuera embalse

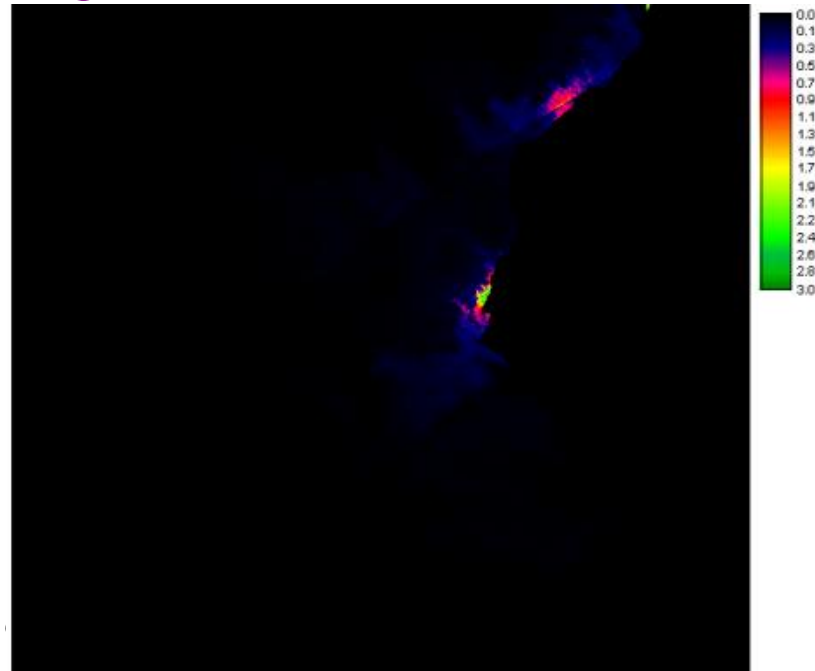
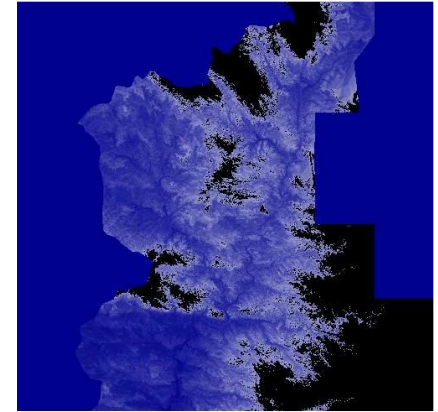


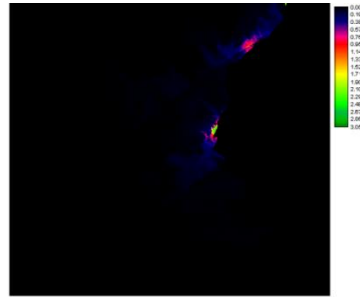
# ¿Dónde?

$$(\text{EXP}([\text{SUITAB}]) / (\text{EXP}([\text{SUITAB}] + 1)))$$

x

Cerca del origen Y Cerca del río Y Fuera embalse

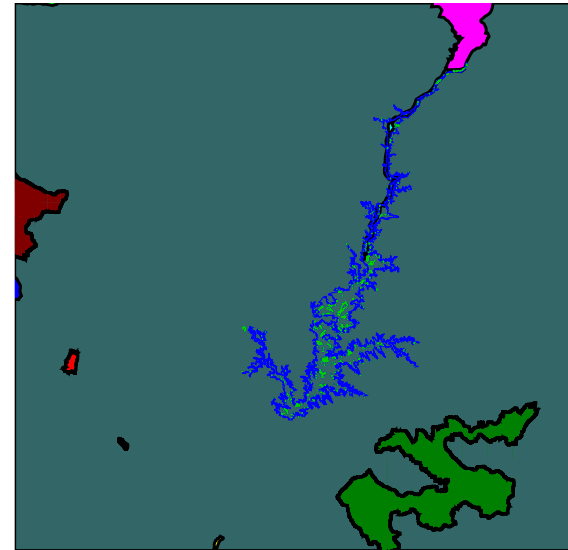
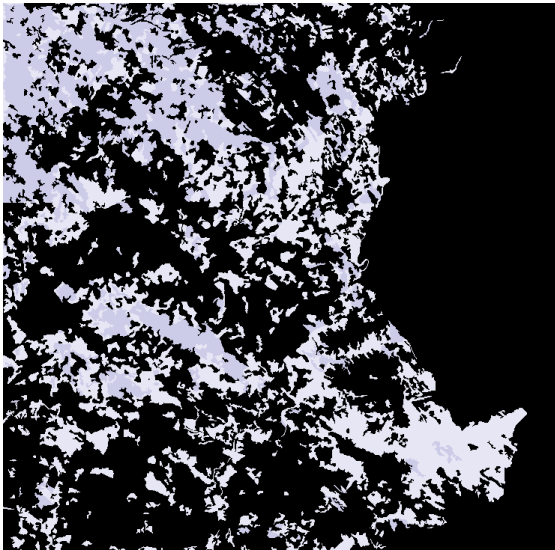


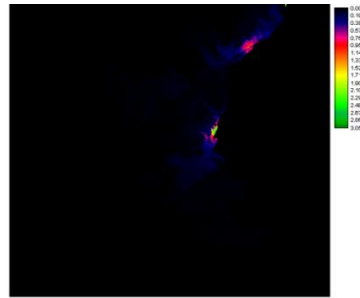


Cerca del origen Y Cerca del río Y Fuera embalse

x

Uso de suelo favorable Y Dentro de Áreas protegidas





Cerca del origen Y Cerca del río Y Fuera embalse

x

Uso de suelo favorable Y Dentro de Áreas protegidas





# ¿Dónde?

Hemos encontrado un espacio que “teóricamente” parece favorable pero...

...¿tenemos alguna manera de “medir” que *N. cavanillesii* va a funcionar bien aquí?



# ¿Dónde?

## Validación del modelo propuesto

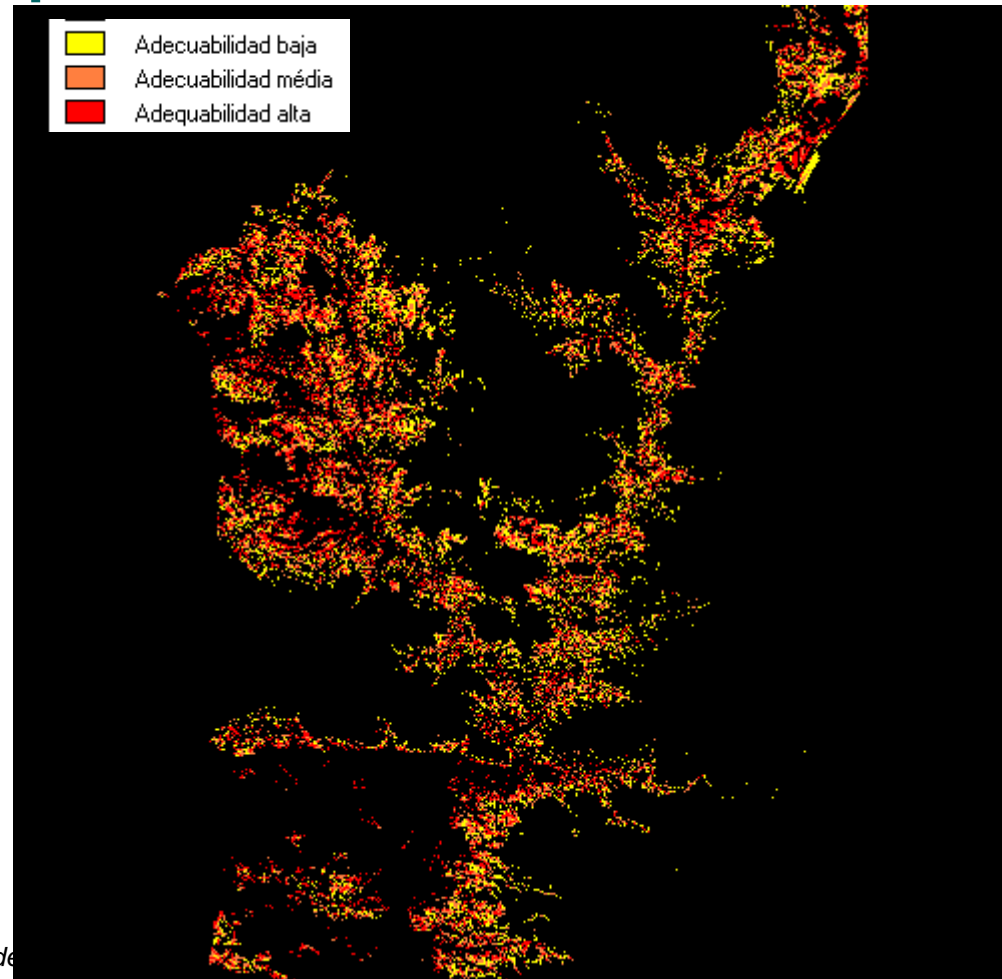
### Germinación *in situ*

1. Clasificar el modelo (3 categorías: alta, media y baja)
2. Sectorizar en tres subcuencas hidrográficas
3. Estratificar una muestra aleatoria
4. Establecer las germinaciones en el campo
5. Recuperación de las muestras
6. Análisis de los resultados

# ¿Dónde?

## Validación del modelo propuesto

Clasificar el modelo





# ¿Dónde?

## Validación del modelo propuesto

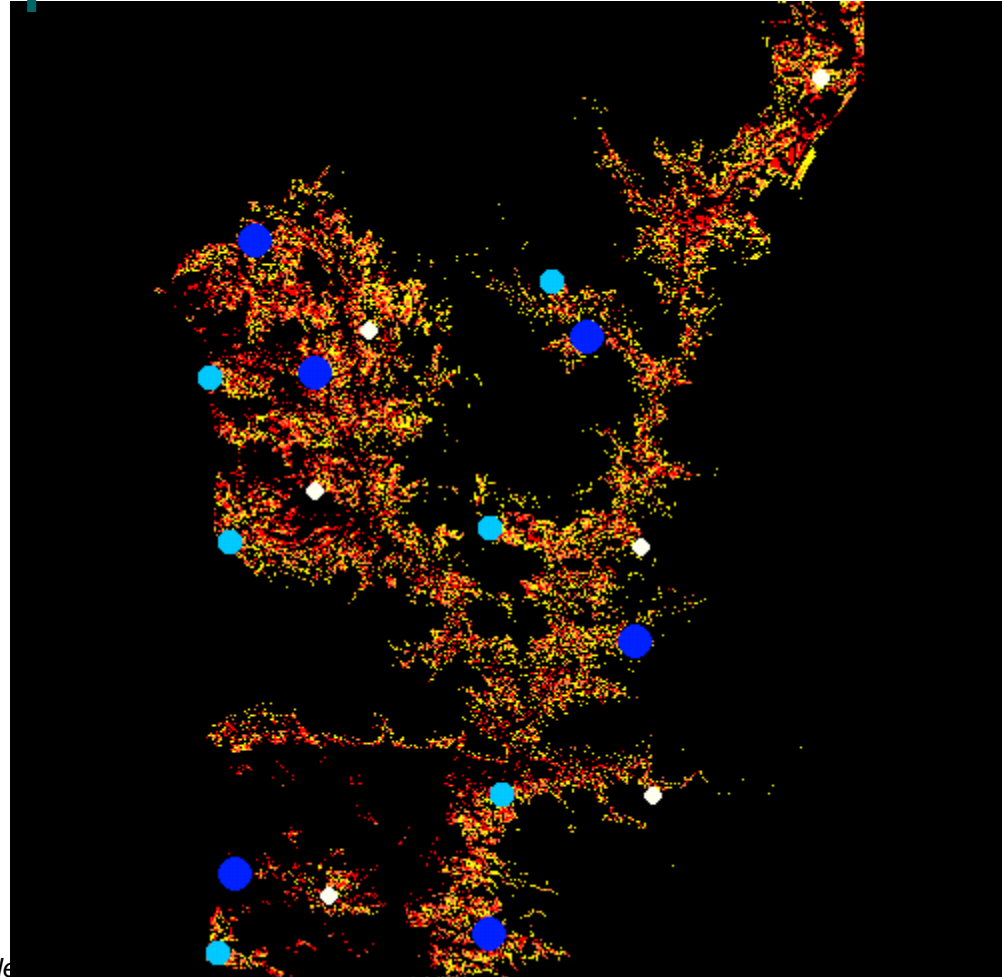
Sectorizar la zona en  
subcuencas



# ¿Dónde?

## Validación del modelo propuesto

Estratificar el muestreo



# ¿Dónde?

## Validación del modelo propuesto

Cada tratamiento consta de 6 réplicas de 25 semillas





# ¿Dónde?

Validación del modelo propuesto

Establecimiento de las siembras

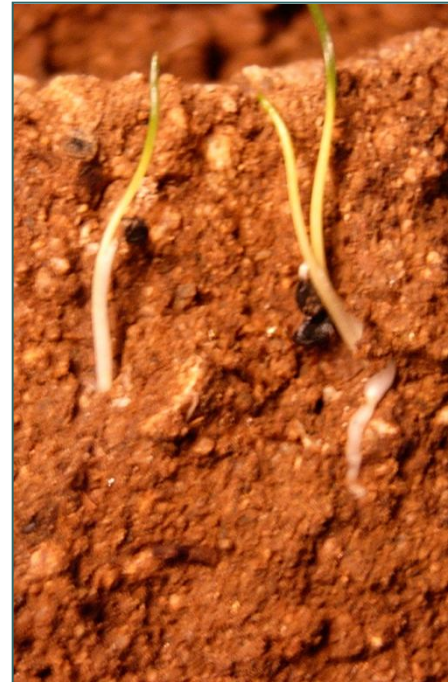




# ¿Dónde?

## Validación del modelo propuesto

Pasados 45 días se recuperaron las muestras así como las semillas que quedaron en superficie



# ¿Dónde?

## Probabilidad

## % Germinación

Alta	58.00 ± 9.72 <sup>d, e</sup>
Alta	60.67 ± 12.24 <sup>d, e</sup>
Alta	64.67 ± 5.32 <sup>e, f</sup>
Alta	84.00 ± 4.38 <sup>f, g</sup>
Alta	86.67 ± 2.06 <sup>g</sup>
Media	16.67 ± 6.41 <sup>a, b</sup>
Media	30.00 ± 2.20 <sup>a, b</sup>
Media	38.00 ± 3.35 <sup>c</sup>
Media	44.67 ± 4.68 <sup>c, d</sup>
Media	44.67 ± 3.01 <sup>c, d</sup>
Media	89.33 ± 2.06 <sup>g</sup>
Baja	16.00 ± 1.64 <sup>a</sup>
Baja	16.00 ± 6.20 <sup>a, b</sup>
Baja	30.00 ± 11.24 <sup>b, c</sup>
Baja	31.33 ± 7.34 <sup>b, c</sup>
Baja	35.33 ± 7.34 <sup>b, c</sup>
Baja	48.00 ± 7.15 <sup>c, d, e</sup>

70.8 ± 13.51

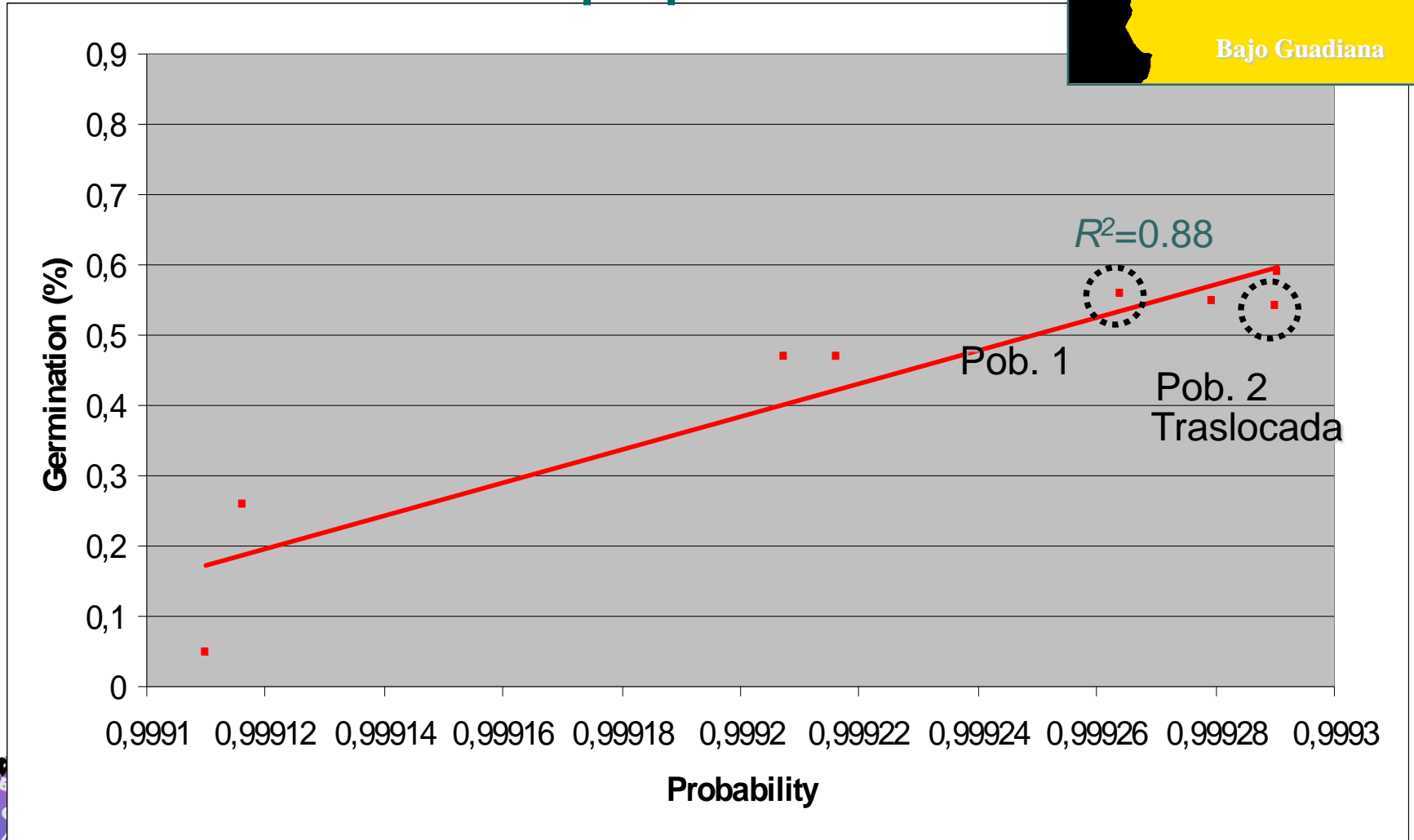
43.88 ± 24.63

26.88 ± 16.44

Los resultados apoyan la validez del modelo

# ¿Dónde?

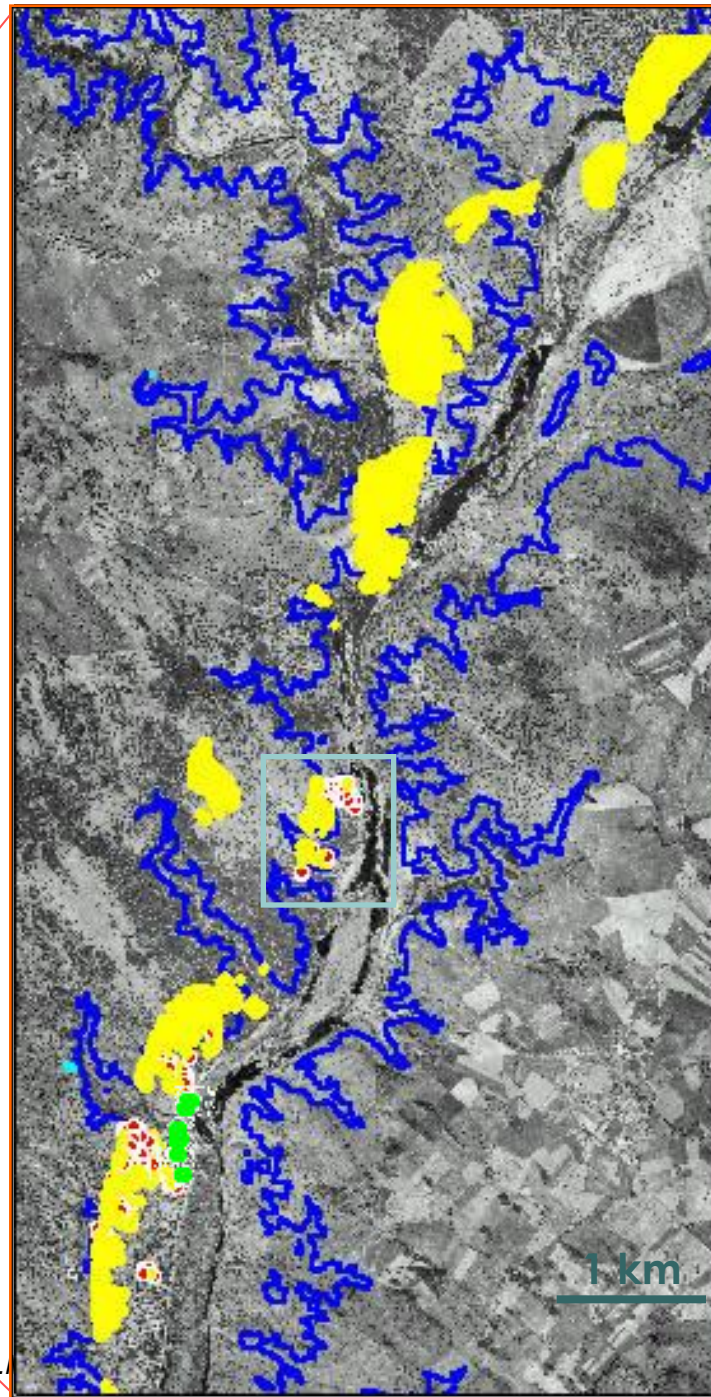
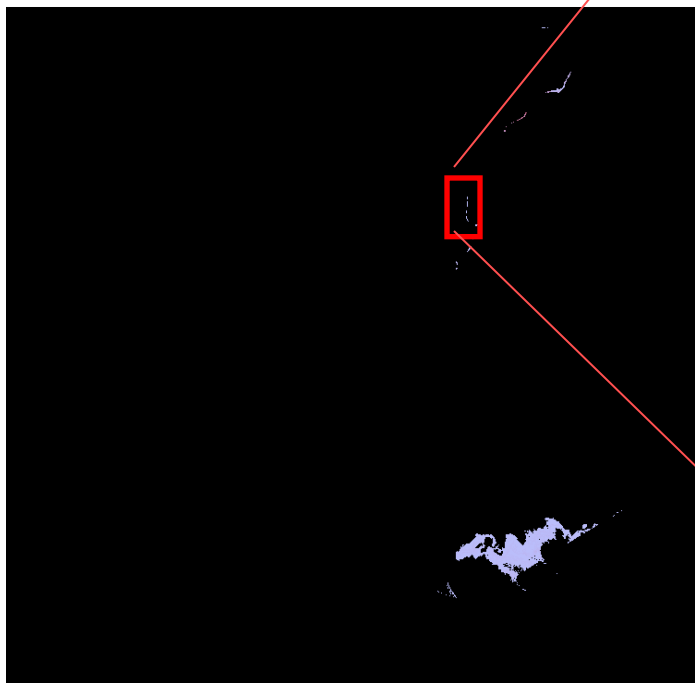
## Validación del modelo propuesto





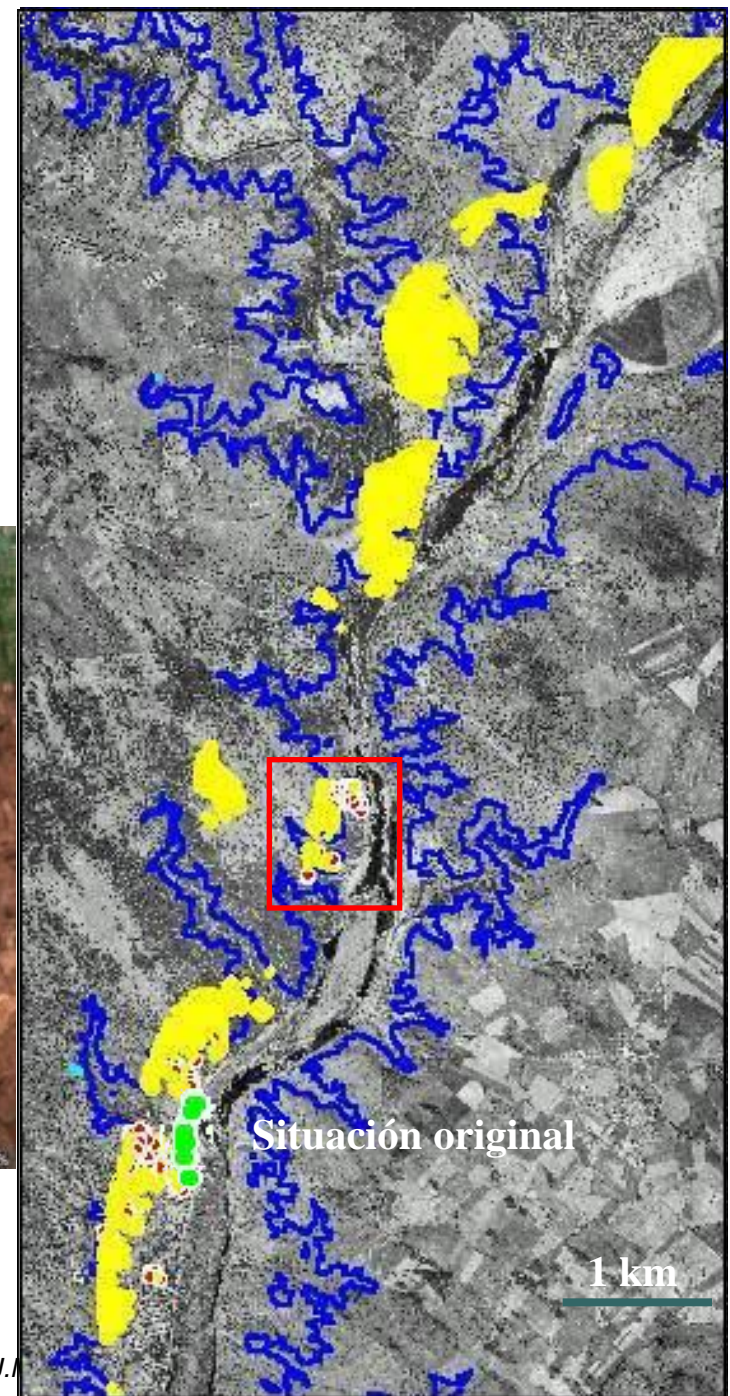
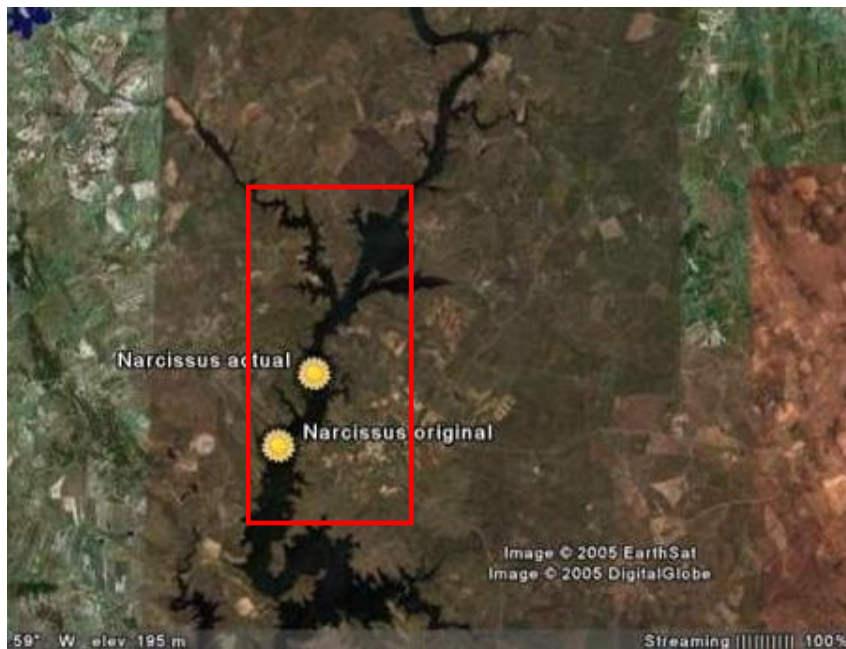
# ¿Dónde?

Localidades susceptibles de  
acoger a *N. cavanillesii*





# ¿Dónde?

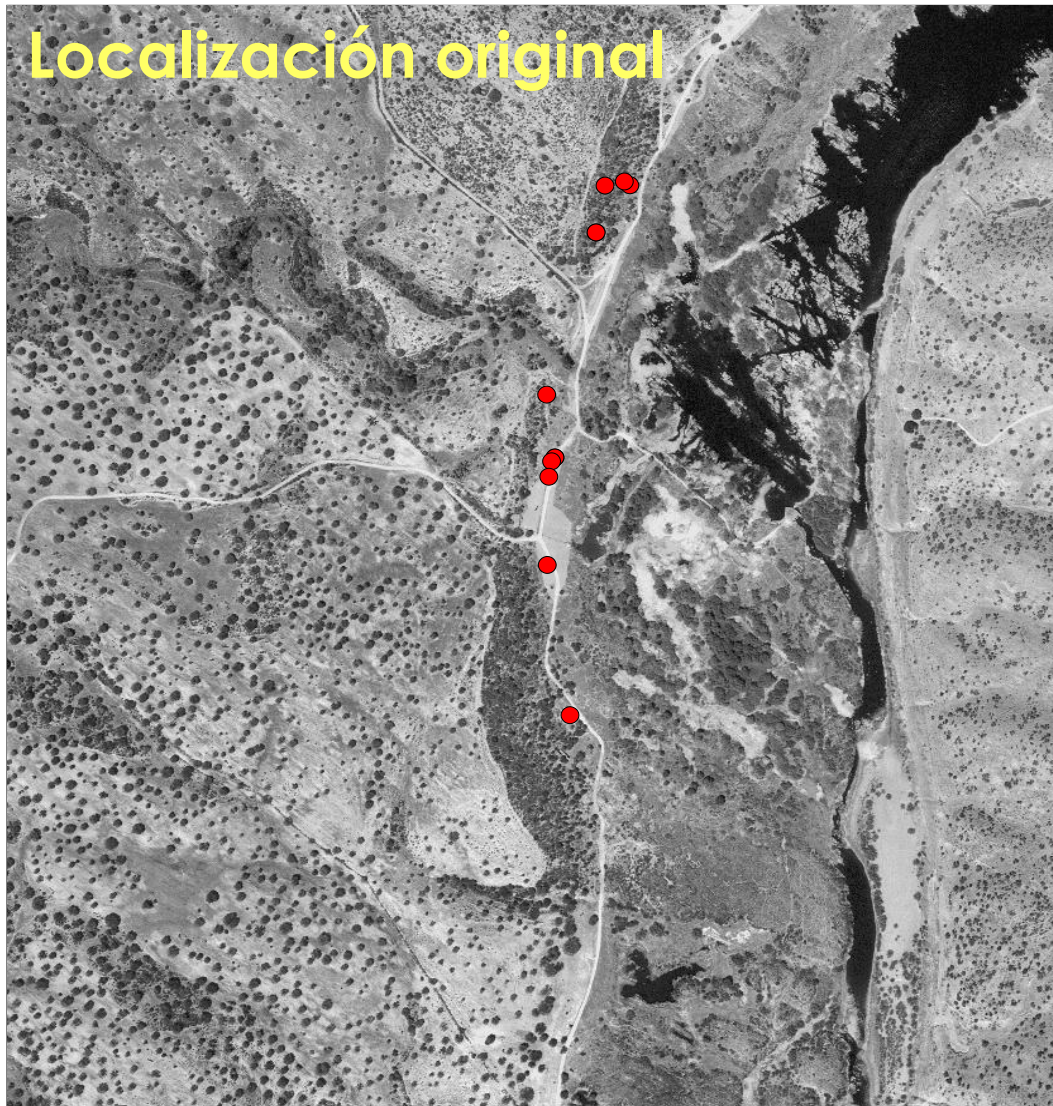




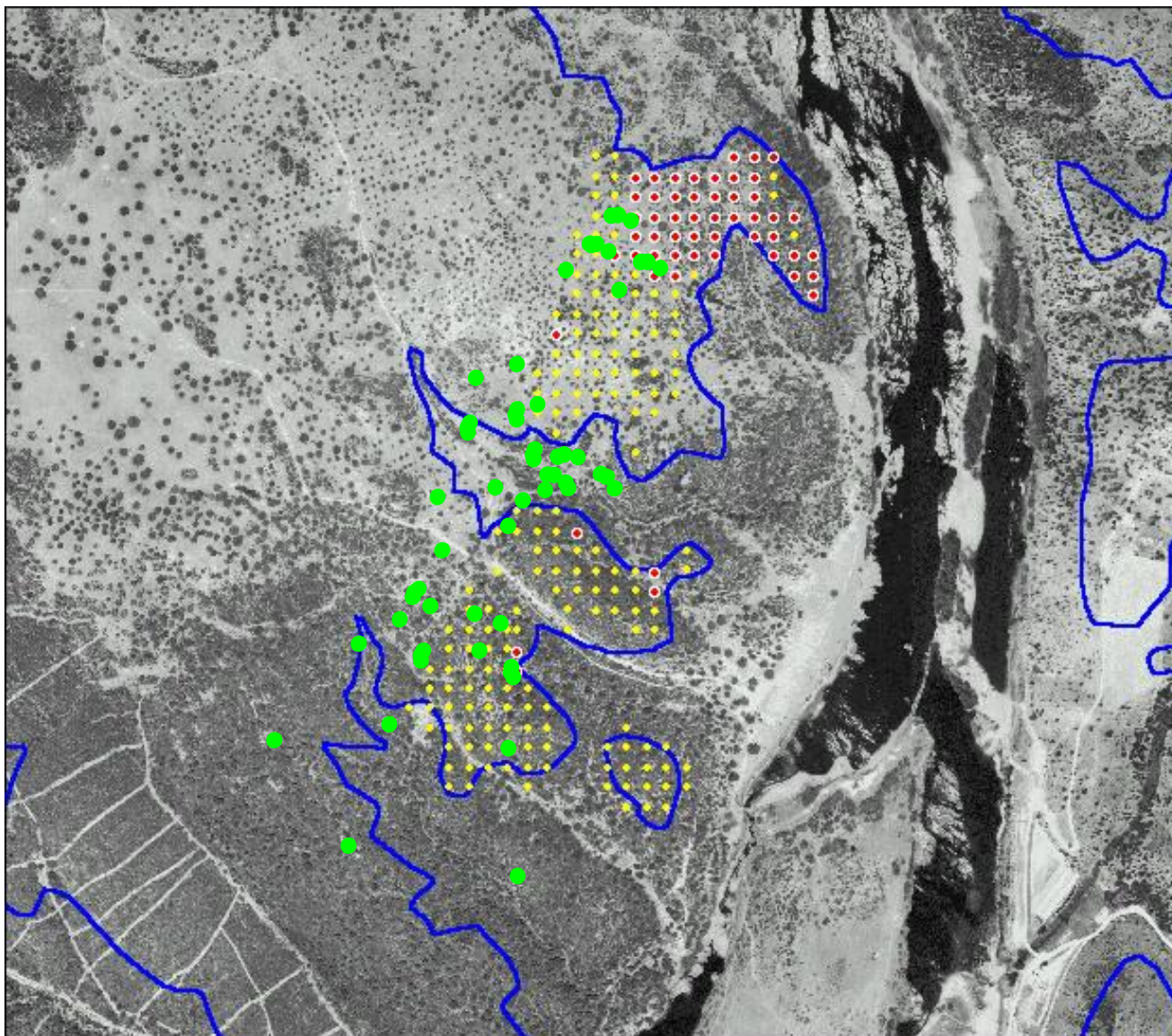
# ¿Dónde?

Localización original

Los núcleos fueron  
georreferenciados por  
GPS con corrección  
diferencial









# ¿Cuántos?

Objetivo: Maximizar el crecimiento de la población y evitar la extinción local

- Tamaño de la población:
  - Mínima Población Viable.
  - Tamaños de poblaciones naturales viables.
  - Cuanto más mejor



# ¿Cuántos?

## Refuerzo continuado:

- Puede ser necesario para completar el tamaño poblacional deseado.
- No se debe mantener de forma indefinida:
  - Reduce la fitness de la población nativa
  - Traslada maladaptación
  - Puede reducir la diversidad genética



# ¿Cuántos?

- *Narcissus cavanillesii*:
  - Toda la población
- *Cypripedium calceolus*:
  - 500 individuos (basado en poblaciones viables)
  - Todos los que se pueda propagar en un año
  - Campañas a lo largo de varios años





# ¿Cuáles?

- Viabilidad = f (reproducción, supervivencia).
- Evidencia empírica y de simulación: *mejores resultados con planta adulta que con semillas o plántulas.*
- Recrear estructura de poblaciones naturales
  - Plantaciones mixtas
  - Plantaciones sucesivas

¿Cuáles?

# Composición genética

- **Objetivo:** Poblaciones autosostenibles adaptadas al lugar que posean la diversidad genética necesaria para experimentar cambios evolutivos adaptativos.
- **Factores:**
  - origen genético de los fundadores
  - número efectivo de individuos



# Origen genético de los fundadores

¿Cuáles?

- Población viable genéticamente más afín desde un punto de vista adaptativo:
  - Más cercana
  - Características ecológicas más próximas
  - Menor distancia genética
- Evitar material de origen desconocido.

## Ej. Selección del color en rock pocket mice (*Chaetodipus intermedius*)

- Roedores granívoros del desierto
- Normalmente color claro
- Hábito nocturno
- Depredados por lechuzas
- Los que viven sobre roca de lava son melánicos.
- Población melánica con mutación en el gen receptor melanocortin-1.
- Otras poblaciones melánicas no poseen estas mutaciones (evolución convergente)
- Implicaciones en conservación





¿Cuáles?

## Número de poblaciones fuente

- Una sola población siempre que ésta sea viable
- En general, no interesa mezcla de poblaciones salvo en casos extremos
  - Ruptura de complejos de genes de valor adaptativo
  - Depresión exogámica



# Número de poblaciones fuente

**Depresión exogámica:** Reducción de la eficacia biológica tras el cruzamiento entre poblaciones diferenciadas genéticamente en la primera y/o sucesivas generaciones.

- Ibex en Checoslovaquia (1951) Reintroducción de ejemplares de Austria seguido de ejemplares de otra subespecie de Turquía.
- Tema controvertido en cuanto a su extensión y relevancia.



# Número de poblaciones fuente

## Depresión exogámica:

- Más frecuente cuando el cruzamiento tiene lugar entre poblaciones con elevada adaptación a condiciones locales y escasa dispersión.
- Más evidencias en plantas que en animales.
- No se mantiene durante muchas generaciones debido a la acción de la selección natural.



# Población *ex situ*

- Idealmente los fundadores se establecen directamente en la población de destino
- Cuando el número es escaso:
  - Propagación *ex situ*
  - Énfasis en el aumento de la población para evitar la pérdida de diversidad genética
  - Tamaño efectivo necesario ( $N_e$ ):  $475/L$
  - $L$ : Tiempo de generación (tiempo medio en adquirir la madurez)
  - Especie anual:  $N_e=475$

# Número efectivo

¿Cuáles?

- Maximizar el nº de genotipos fundadores
- Población Mínima Viable genética o el mayor número de individuos razonablemente posible
- Estructura de edades equilibrada
- Estructura espacial
- Propagación clonal: Mantener nº similares de propágulos para cada fundador





# Maximizar $N_e/N$

¿Cuáles?

- Recursos limitados
- Objetivo: maximizar  $N_e$  utilizando un mínimo de individuos.
- Igualar los tamaños de las familias
- Igualar la estructura sexual
- Igualar el tamaño de la población a lo largo de las generaciones
- Maximizar el tiempo de generación ( $L$ )



# Número efectivo

¿Cuáles?

**Plantas alógamas:** minimizar endogamia

- Plantar los distintos genotipos de forma sistemática, no agrupar los clones.
- Marco de plantación a alta densidad para promover la fertilización cruzada.

¿Cuáles?

# Población *ex situ*

- Precaución con material cultivado en condiciones *ex situ* durante varias generaciones:
- Deterioro por:
  - Pérdida de diversidad genética
  - Depresión endogámica
  - Acumulación de mutaciones deletéreas
  - Adaptación genética a la cautividad



# Población *ex situ*

¿Cuáles?

- Vida en condiciones *ex situ* durante varias generaciones:
  - Desaparecen / cambian presiones selectivas por:
    - Depredadores
    - Parásitos
    - Enfermedades
    - Competencia
- Pérdida de fitness al devolverlos a la naturaleza

¿Cuáles?

# Población *ex situ*

- Factores:
  - N<sup>o</sup> generaciones en cautividad
  - Tiempo de generación
  - Diferencial de selección
  - Tamaños poblacionales elevados
- Alternativas:
  - Crioconservación



¿Cuáles?

# Selección de individuos

- Saludables
- Alto potencial reproductivo
- Bajos coeficientes de endogamia
- Aportan diversidad genética a la población



¿Cuáles?

- *Narcissus cavanillesii*:
  - Población fuente: Montes Juntos
  - Todos
- *Cypripedium calceolus*
  - Selección del material de origen

¿Cuáles?

# *Cypripedium calceolus*

- Criterios
  - demográficos
  - ecológicos
  - geográficos
  - genéticos



¿Cuáles?

# *Cypripedium calceolus*

## ○ Distribución actual

- Sallent (Sallent) 2353 individuos
- Pineta (Bielsa) 577 individuos
- Faja Tormosa (Bielsa) 183 individuos
- Ordesa (Torla) 8 individuos

¿Cuáles?

# *Cypripedium calceolus*

## Criterio demográfico

Población-núcleo	Tamaño (2001)
Sallent 1a	1968
Sallent 1b	158
Sallent 1c	72
Sallent 1d	155
Ordesa 2a	6
Ordesa 2b	2
Pineta 3a	413
Pineta 3b	154
Pineta 3c	7
Pineta 3d	3

¿Cuáles?

# *Cypripedium calceolus*

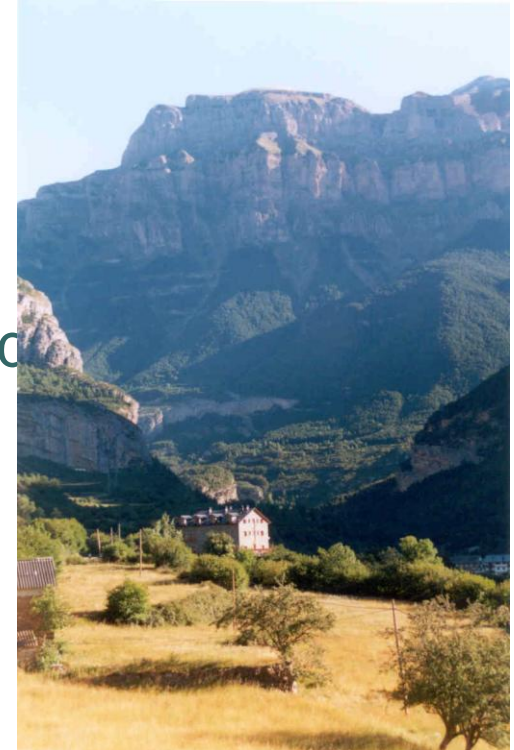
## Criterio demográfico

### Población-núcleo Tamaño (2001)

Sallent 1a	1968
Sallent 1b	158
Sallent 1c	72
Sallent 1d	155
Ordesa 2a	6
Ordesa 2b	2
Pineta 3a	413
Pineta 3b	154
Pineta 3c	7
Pineta 3d	3

# Criterio ecológico

- Sallent de Gállego
  - sustrato calizo
  - suelos coluviales desarrollados
  - laderas de fuerte pendiente
  - orientación Norte
  - hayedo - pastizal
  - altitud 1460-1625 m





# Criterio ecológico

## ○ Pineta

- depósitos aluviales de fondo de valle
- capa freática superficial
- bosque mixto de ribera, fondo de barranco y piso altimontano





# Criterio ecológico

¿Cuáles?

- Valle de Ordesa
  - más parecido a Sallent de Gállego
  - hayedo, caliza, pendiente



# Criterio geográfico

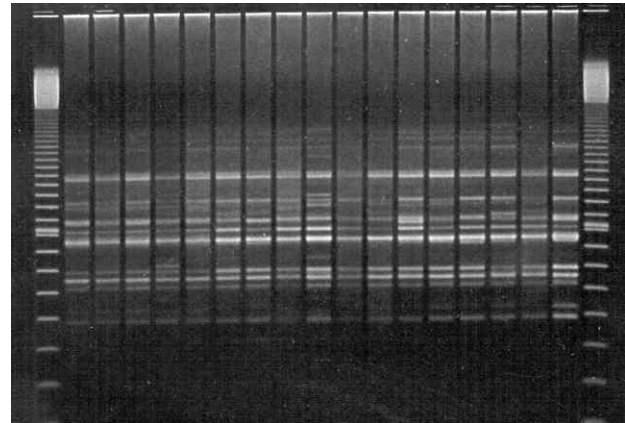
¿Cuáles?

- Línea recta
  - Ordesa - Pineta: 12 km
  - Ordesa - Sallent: 27 km
- Por carretera
  - Ordesa - Pineta: 72 km
  - Ordesa - Sallent: 43 km

# Criterio genético

¿Cuáles?

- Marcadores moleculares basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)
- ISSR (Inter Simple Sequence Repeat)
  - Sallent (50)
  - Pineta (50)
  - Ordesa (5)
  - Faja Tormosa (50)





# Criterio genético

¿Cuáles?

- 28 bandas polimórficas
- Porcentaje de bandas polimórficas
  - 51% Pineta
  - 38% Sallent
  - 28% Ordesa
  - 16% Faja Tormosa



# Criterio genético

¿Cuáles?

- Análisis Molecular de Varianza (AMOVA)
  - 78,5% dentro de poblaciones
  - 21,5% entre poblaciones

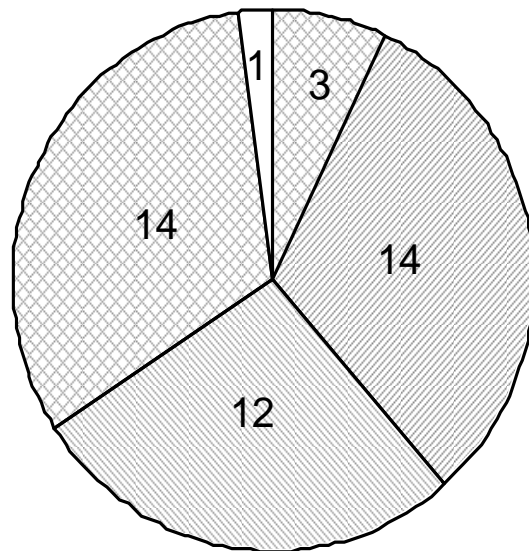
Sallent  
Ordesa  
Pineta

Coefficiente de Nei



# Criterio genético

¿Cuáles?



Faja Tormosa (5 genotipos)

Pineta

Sallent

Sallent / Pineta



# Criterio genético

¿Cuáles?

- Escasa diversidad genética en las poblaciones del PNOMP
- Baja diferenciación genética entre poblaciones
- Tanto Sallent como Pineta son opciones válidas

# Restoration gene pool concept

¿Cuáles?

Gene Pool	Ecosistema	Lugar	Taxón	Ident. Genet.	Adapt. Ecol.	Var. Genet.
1A	Igual	Igual	Igual	Muy alta	Alta	Baja
1B	Igual	Múltiple similar	Igual	Muy alta	Alta	Moderada
1C	Igual	Diferente	Igual	Alta	Alta	Baja
2A	Diferente	Diferente	Igual	Baja	Moderada	Baja
2B	Diferente	Diferente (varios orig)	Igual	Moderada	Moderada	Alta
3 (híbrido)	Diferente	Diferente	Cercano	Muy baja	?	Alta
4A (nativo)	Diferente	Diferente	Lejano	Diferente	Muy alta	Variable
4B (introd)	Diferente	Diferente	Lejano	Diferente	Muy alta	Variable